

明 細 書

熱交換器およびその製造方法

5 技術分野

本発明は冷凍あるいは冷却装置などに用いられる熱交換器およびその製造方法に関するものである。

背景技術

10 冷凍装置やラジエータなどに用いられる熱交換器であつて扁平管を用いたものが、特開 2000-249428 号公報に開示されている。この蒸発器は、複数の扁平管と蛇行フィンとを備えており、扁平管が接続されたヘッダから冷媒が供給される。そして、入ってくる液体冷媒の分配を最適化するために噴射器がヘッダに配置されている。

15 熱交換器において、ヘッダに供給された流体または冷媒を各々のチューブに分配する場合、熱交換効率を高くするには、流体を各チューブに均等に分配することが重要である。図 14 に示す冷凍装置における蒸発器（熱交換器）100 は、上下方向に延びた複数のフィン 104 に接触する複数のチューブ 101 が上下方向に並列に配列され、各々のチューブ 101 の両側の端部 101a が、それぞれ
20 流入側ヘッダ 102 および流出側ヘッダ 103 に接続されている。

この熱交換器 100 において、気体と液体が混在する 2 相状態の冷媒 F を流入側ヘッダ 102 に供給すると、ヘッダ 102 を介して各々のチューブ 101 に冷媒 F が分配され、チューブ 101 およびチューブ 101 に接続されているフィン 104 を介して外部流体との間で熱交換が行われ、反対側のヘッダ 103 に出力
25 される。流入側ヘッダ 102 に供給された冷媒 F は、ヘッダ内において重力などの影響を受けるため、図 14 にヘッダ 102 を透かして見せているように、気体状冷媒 F a と液体状冷媒 F b の分布が不均一となり、気相と液相とに分離しやすく、下部側に設置されたチューブ 101 d に分配される冷媒 F は液体状冷媒 F b の比率が高く、上部側に設置されたチューブ 101 u では気体状冷媒 F a の比率

が高くなる。

このため、上部に設置されたチューブ101uの内部では、少量の液体状冷媒Fbが早期に蒸発し、流出側ヘッダ103に至るまでのチューブ101uの残りの区間では、液体状冷媒Fbの潜熱を利用した熱交換ができず、加熱された気体状冷媒Faのみが流れる。したがって、十分な熱交換性能が得られなくなる。逆に、下部に設置されたチューブ101dの内部では、必要以上の液体状冷媒Fbが存在するため、十分な熱交換性能が得られるものの、冷媒が流出側ヘッダ103に達した時点でもなお蒸発しきれない液体状冷媒Fbが残存することになる。これは、液体状冷媒Fbが存在している状態の冷媒が熱交換器100から出力されることになるので、熱交換システム全体の効率としては低下する。

特に、熱交換量の大きな熱交換器においては、数多くのチューブ101をヘッダ102および103に接続する必要があるため、ヘッダ102および103が長くなり、これらのヘッダの内部で冷媒Fの相状態が変わりやすい。したがって、全てのチューブ101に対して同じ相状態の冷媒Fを供給するのはよりいっそう難しくなる。

図15に示す複数の扁平チューブ121を用いた熱交換器120においては、流入側ヘッダ102が水平となるように熱交換器120を設計することで重力の影響を小さくし、さらに、ヘッダ102の冷媒Fが供給される入口部分に噴流オリフィス125を設置することによりヘッダ内の冷媒Fの気液分布（相状態）を一定に保つようにしている。

しかしながら、このようなヘッダの構造は汎用的とは言えず、適用できる範囲は狭い。また、この方法は、ヘッダ内の冷媒の状態を均質にしようとするものであるが、ヘッダ内を通過する時間や距離が長ければ、それにより、冷媒Fの状態が重力などにより影響されることは免れず、均一な状態の冷媒を各チューブに供給することは不可能である。さらに、ヘッダ102に冷媒Fが流入する際の流量をはじめとする冷媒Fの状態がヘッダ102の内部の状態は大きく影響を受け、システムの全運転範囲にて常に最適な分配性能を得ることは困難である。したがって、扁平チューブを採用したことにより熱交換効率は向上するが、ヘッダから供給される冷媒の相状態がアンバランスになりやすいことを考慮すると扁平

チューブを用いたことによるメリットを最大限に活かした熱交換器とはなっていない。また、噴流オリフィスを組み込む機構は、熱交換器の生産性を低下する要因となり、コストアップともなるので経済的にも好適な解決策であるとは言えない。

- 5 図16(a)に示すように、熱交換用のチューブとして円形チューブまたは円形管111を用いた熱交換器110においては、冷媒分配器112を利用した解決策があるかもしれない。球形の冷媒分配器112の表面積を利用して数多くの円形チューブ111の端部111aを接続できるので、冷媒分配器112が小さくなり、各チューブに供給される冷媒の状態が一定になりやすい。さらに、図1
10 6(b)に示すように、冷媒分配器112の内部に、各々のチューブ111へ冷媒を分配する同一の形状の分岐部分を形成することができる。このため、重力などの冷媒Fの相状態を変化させる要因を排除することができ、各々のチューブ111に相状態の均一な冷媒Fを分配できると予想される。

- しかしながら、短軸と長軸との長さが異なる扁平管または扁平チューブの場合は、円形チューブのように三次元方向に曲げて取り回すことは不可能である。
15

- そこで、本発明においては、複数の扁平チューブ（または扁平管）に対して、より均等な状態の冷媒または流体を分配できる熱交換器を提供することを目的としている。そして、多数の扁平チューブを用いた熱交換器において、さらに熱交換効率が高く、コンパクトで低コストの熱交換器を提供することを目的としている。また、扁平チューブを用いた熱交換器の生産性も向上できる熱交換器およびその製造方法を提供することを目的としている。
20

発明の開示

- 本発明においては、複数の扁平管が短軸方向に第1の間隔でほぼ平行に配列され、扁平管の間にフィンが配置された熱交換部と、複数の扁平管の少なくとも一
25 部の扁平管が、熱交換部の外側で短軸方向に曲げられ、少なくとも一部の扁平管の端部が熱交換部より狭い第2の間隔でほぼ並列に配列した状態で、短軸方向とヘッダとの中心軸方向が同一方向となるように接続されたヘッダとを有する熱交換器を提供する。従来、ヘッダは、複数の配管に対して流体を分配するものであ

り、ヘッダを分配対象の配管の位置まで延ばすようにしているが、本発明においては、逆に、熱交換部の外側で扁平管を曲げて集合し、ヘッダを短縮するようにしている。したがって、本発明の熱交換器においては、流体がヘッダ内を通過する時間および距離が短くなり、流体がヘッダ内を通過する際の重力や流れの状態などによる影響が緩和され、複数の扁平管に対して、より均一な状態および／または条件で冷媒などの液体を供給することが可能になる。

円形管の場合、円形管を曲げて集合させても、管を並べるだけのヘッダ長は少なくとも必要であり、円形管の直径に対して、少なくとも配管の数の倍数分だけは長いヘッダが要求され、配管を曲げる工数に対して効果は薄い。これに対し、扁平管は、長軸径に対して短軸径が短く、数分の一程度である。したがって、扁平管は、短軸方向に集めると、長軸径と同じ長さで複数の扁平管を接続することが可能となり、配管の長軸径と同程度の範囲内で複数の配管に対して液体を分配することが可能となる。したがって、ヘッダは大幅に短くでき、複数の扁平管に対して、より均一な状態および条件で液体を供給できる。

扁平管を集めて、その長軸方向がヘッダの中心軸方向に向くようにヘッダに取り付けることも可能である。この場合、ヘッダは耐圧部材であり、断面が円形（管状）であることを考えると、ヘッダの壁面に対して垂直に扁平管を接続しようとするとは扁平管はヘッダの半径方向に放射状に配置する必要がある。放射状に配置しないと、配管が接続された位置により配管の端部がヘッダの内部に突き出る長さが変わったり、配管の端部とヘッダの壁面とがなす角度が変わるので、ヘッダが短くなってもそれぞれの配管の開口近傍の流動条件が大幅に異なることになり、各配管に供給される液体の状態や条件が変わり易い。

一方、扁平管を放射状にヘッダに取り付けることは、ヘッダに開口を加工するのも難しく、工数がかかる作業となる。また、扁平管の曲げ角を一本一本決めることになるので、設計も時間がかかり、加工および組み立てにも手間がかかるので、量産に適さない。さらに、各々の配管をヘッダに取り付ける角度が異なるので、扁平管同士を密着して取り付けることは不可能であり、配管の数が増えると径の大きなヘッダが必要になる。

そこで、本発明においては、短軸方向とヘッダとの中心軸方向が同一方向とな

るように、扁平管をヘッダに接続する。この取り付け方法であると、扁平管の端部がヘッダの中心軸方向に並べられるので、配管の端部がヘッダの内部に突き出る長さを揃えることは簡単であり、また、配管の端部とヘッダの壁面とのなす角度などの条件も同じにできる。したがって、複数の扁平管に対して、ほぼ同じ条件あるいは状態で流体を供給することが可能となる。したがって、各々の扁平管に分配される熱交換媒体の相状態を均一にできると共に、各扁平管を通る熱交換媒体の流量を均等にできるので、小さなヘッダを採用したことによるメリットを十分に活かすことができ、熱交換器の熱交換効率を最大限に発揮させることが可能となる。

- 10 さらに、本発明の熱交換器と、この熱交換器に対し熱交換媒体を供給する手段とを有する熱交換システムにおいては、ヘッダに流入する熱交換媒体の状態が変わっても各扁平管に供給される熱交換媒体の状態がアンバランスになることがほとんどないので、システムの全運転範囲にて常に高い熱交換効率を得ることができる。

- 15 扁平管の短軸方向とヘッダとの中心軸方向が同一方向となるように、扁平管をヘッダに接続すると、端部をほぼ平行に配列することができる。逆に、端部を平行に配列することにより、ヘッダに対する複数の端部の条件が同じになるので、均等な条件で冷媒などの流体を分配することができる。そして、扁平な端部を短軸方向に平行に配置することにより、扁平な端部は長軸が平行になり、端部の間隔を狭くできる。これは、ヘッダが短くなるので、流体を同じ条件で分配する点でも好ましく、さらに、端部をヘッダに取り付ける工数を低減できる点でも好ましい。

- 25 たとえば、ヘッダに接続する少なくとも一部の扁平管の端部における、端部同士の隙間は、扁平管の短軸方向の径と同程度あるいはそれ以下にすることができる。また、少なくとも一部の扁平管の端部を、短軸方向にほぼ接するぐらいに狭くして配列することも可能である。そして、複数の扁平管の端部の間隔が狭くなると、それらの端部を1つに束ねた状態で取り扱うことが可能となる。ヘッダに取り付けられた後は、少なくともヘッダに取り付けられた部分で、複数の扁平管の端部は1つに束ねられて動かなくなる。端部における扁平管同士の間隔は、長

さに対して非常に狭くなるので、束ねられた中の1つの扁平管になんらかの理由により力が働いて変形しようとしても、周りの扁平管がその変形を阻害することになり、ヘッダへの接続強度が実質的に増加し、信頼性の高い熱交換器を提供できる。

- 5 また、本発明の熱交換器は、熱交換部において第1の間隔で配置されていた扁平管をヘッダの近傍で第2の間隔に狭くするので、基本的に隣接する扁平管の熱交換部からヘッダまでの管長が異なる。したがって、振動あるいは共鳴する条件が隣接する扁平管で異なるので、車からの振動や、モータの振動が伝達されるような条件でも熱交換器が振動に共鳴する可能性は小さい。また、配管の一部が共鳴したとしても、端部においては配管が集合しているので、その共鳴による振動
10 が周りの配管との干渉により減衰し、共鳴音の発生や、配管の損傷にまで発展することがない。

- さらに、扁平管の端部をヘッダに取り付けるときに束ねておけば束ねた扁平管の端部を一括してヘッダに接続することが可能になり、個々のチューブの端部を
15 ヘッダに接続する工程が非常に簡単になる。また、短軸方向に束ねれば良いので、各々の扁平管をそれらが配列された方向に曲げるだけで個々の扁平管の端部を纏めることができ、扁平管のハンドリングも非常に容易である。円形管では端部を束ねてしまうと、束ねたときに中になる配管の端部はロウ付けのしようがない。逆に、一列に束ねようとしても、形状として束ねられるものでもないし、束ねた
20 としても各々の円形管の間に隙間が発生して面積効率は低い。扁平管は、短軸方向に束ねることは容易であり、また、束ねても端部の間に若干の隙間があれば個々の端部をロウ付けなどによりヘッダに接続できる。さらに、端部の間に隙間がほとんどない状態にすれば、隙間をロウなどの適当な素材で埋めるだけで複数の扁平管の端部を一体で、1つの端部としてヘッダに取り付けることも可能とな
25 る。

 また、端部をほぼ隙間なく束ねることにより扁平管を接続する面積は少なくなるので、ヘッダも最もコンパクトになり、個々の扁平管に対してさらに均等な条件および状態で流体を分配することが可能となる。束ねることにより、複数の扁平管の端部を1つのチューブの端部として冷媒などの熱交換媒体を供給すること

が可能となり、各扁平管を通る熱交換媒体の状態を均質にすることができるということも可能である。

また、複数の扁平管が短軸方向に配列された熱交換部と、それらの扁平管の少なくとも一部の端部が短軸方向に束ねられた状態で接続された少なくとも1つのヘッダとを有する熱交換器においては、複数の端部を束ねることにより、それらの端部を一体となった状態でヘッダに接続できるので、ヘッダと複数の扁平管との接続箇所を1つまたは数箇所に激減でき、ヘッダとチューブの接続にかかる工数を少なくできる。このため、製造コストを下げることができる。また、扁平管の端部を短軸方向に束ねる際の扁平管の加工は、3次元の加工ではなく、短軸方向のみの2次元の加工で済み、加工がし難い長軸方向への曲げは発生しない。この点でも、本発明の熱交換器においては、扁平管の加工が非常に容易になる。したがって、扁平管の端部を1つ1つ隣接してヘッダに取り付けてもよいが、複数の扁平管の少なくとも一部の端部を束ね（第1の工程）、束ねられた状態の端部をヘッダに取り付ける（第2の工程）ことが望ましい。

本発明の熱交換器では、複数の扁平管の一方の端部が接続された第1のヘッダと、複数の扁平管の他方の端部が接続された第2のヘッダとを設け、これら第1のヘッダおよび第2のヘッダを、複数の扁平管の第1のヘッダおよび第2のヘッダの間の管長がほぼ等しくなるように熱交換部に対して配置することが望ましい。このような配置を採用することにより、各々の扁平管における圧力損失をさらに均等にすることが可能となり、各々の扁平管に供給される熱交換媒体の状態および量をさらに均等にすることが可能となる。複数の扁平管の一方の端部が接続された第1のヘッダと、複数の扁平管の他方の端部が接続された第2のヘッダとを有する熱交換器においては、それら第1および第2のヘッダを、熱交換部を挟んで対角な位置に配置することにより、ヘッダ間の各扁平管の管長をほぼ等しくできる。たとえば、熱交換部に対する熱交換媒体の入出力が反対側になるような熱交換器である。

また、複数の扁平管の一部の一方の端部が接続された第1のヘッダと、複数の扁平管の他の一部の方の端部が接続された第2のヘッダと、複数の扁平管の他方の端部が接続された第3のヘッダとを有する熱交換器においては、第1および

第2のヘッダを、熱交換部の隅に配置し、第3のヘッダは中央部に配置することにより、ヘッダ間の扁平間の管長をほぼ等しくできる。すなわち、第1のヘッダおよび第2のヘッダを、扁平管が第1の方向に配列された熱交換部の外側の第1の方向の両端に配置し、第3のヘッダを熱交換部の外側の第1の方向の中央付近に配置した熱交換器である。このような熱交換器は、たとえば、熱交換部に対する熱交換媒体の入出力が同じ側になるような熱交換器である。

また、本発明は、複数のヘッダが設けられた熱交換器であって、さらに、それらのヘッダが接続された少なくとも1つの分配器を有する熱交換器にも適用可能であり、分配器と複数のヘッダとの間の配管は円形管で行うことも可能である。

10

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る熱交換器の概略を示す図である。

図2は、本例の熱交換器を採用した熱交換システムの概略を示す図である。

図3は、本例の熱交換器を、ヘッダを取り外した状態で示す図である。

15 図4は、熱交換器の扁平管の端部を拡大して示す図である。

図5は、扁平管を曲げ加工する様子を示す図である。

図6は、扁平管の端部が束ねられた状態でヘッダに接続される熱交換器を示す図である。

図7は、本発明に係る熱交換器の製造方法を示すフローチャートである。

20 図8は、扁平チューブを束ねてヘッダに接続する場合に適した扁平チューブの形状を説明するための図である。

図9(a)は、熱交換器の異なる例を示す図であり、図9(b)はヘッダを取り外した状態を示す図である。

25 図10(a)は、2系列の扁平チューブを異なるヘッダに取り付けた熱交換器の概要を示す図であり、図10(b)はヘッダの中心軸に垂直な断面を示す図であり、図10(c)はヘッダの中心軸に平行な断面を示す図である。

図11(a)は、2系列の扁平チューブを同一のヘッダに取り付けた熱交換器の概要を示す図であり、図11(b)はヘッダの中心軸に垂直な断面を示す図である。

図 1 2 は、Uターンヘッダを用いた熱交換器の例を示す図である。

図 1 3 は、熱交換器のさらに異なる例を示す図である。

図 1 4 は、従来の熱交換器を示す図である。

図 1 5 は、噴流オリフィスをヘッダに組み込んだ熱交換器を示す図である。

5 図 1 6 は、円形チューブと冷媒分配器を用いた熱交換器を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に図面を参照して本発明をさらに詳しく説明する。図 1 に本発明に係る熱交換器の概要を示してある。本例の熱交換器 1 は、プレートフィン型熱交換器と
10 称されるものであり、一定の間隔をあけて平行に配置された複数のプレート状のフィン 2 と、これらのフィン 2 に対し並列に貫通した状態で取り付けられた複数の扁平管 3 とを備えており、これらにより熱交換部 4 が構成されている。また、この熱交換器 1 では、複数の扁平管 3 の両側の端部 5 および 6 は、熱交換部 4 における扁平管 3 の第 1 の間隔（ピッチ）より狭い第 2 の間隔でほぼ平行に配列さ
15 れ、左右に位置するヘッダ 7 および 8 にそれぞれ接続されている。流入側のヘッダ 7 の供給口 9 から供給された冷媒、熱媒体などの熱交換媒体（以降では内部流体）F がそれぞれの扁平管 3 を通って流出側のヘッダ 8 の出力口 10 に導かれ、その間に熱交換器 1 の外部を流れる空気などの外部流体 B との間で熱交換が行われる。

20 フィン 2 は、外部流体 B との接触面積を高めて熱交換効率を向上するためのものであり、扁平管 3 を採用することにより管自体による熱交換面積も大きくなる。したがって、扁平管 3 を採用した熱交換器 1 の熱交換効率は高い。さらに、本発明を適用することにより各扁平管 3 に対してほぼ同じ条件で、状態が同じ内部流体 F を供給できるので、各扁平管 3 を通過する内部流体の条件を均等にすることができ、熱交換効率がさらに高い熱交換器 1 を提供できる。
25

図 2 に、本例の熱交換器 1 を採用した熱交換システム 50 を示してある。この熱交換システム 50 は、空気調和装置や、冷凍装置などに採用される熱交換サイクルである。たとえば、空調システムであるとする、本例の熱交換器は、液状の冷媒 F と空気 B との熱交換を行い、空気を冷却するエバポレータ 1 x と、圧縮

された気体状の冷媒Fと空気Bとの熱交換を行い、冷媒Fを液状にするコンデンサ1 yとして利用することが可能である。そして、冷媒Fを巡回してこれらの熱交換器1 xおよび1 yに供給するために、熱交換システム5 0は、コンプレッサ5 1を備えている。さらに、熱交換システム5 0は、冷媒Fを一時的に蓄えるレシーバ5 2と、エバポレータ1 xに供給される冷媒を膨張させる膨張弁5 3などの機器を備えている。熱交換器1のヘッダ7および8は、いずれが入力または出力であつても良く、たとえば、エバポレータ1 xでは、下部ヘッダ7 xが流入ヘッダとなり、上部ヘッダ8 xが排出ヘッダとなっている。一方、コンデンサ1 yでは、上部ヘッダ8 yが流入ヘッダとなり、下部ヘッダ7 yが排出ヘッダとなっている。

図3 (a) に、本例の熱交換器1の各ヘッダ7および8を外した状態を示してある。また、図3 (b) に、取り外したヘッダ7と扁平管の端部を拡大して示してある。熱交換部4では、各々の扁平チューブまたは扁平管3は第1の方向である短軸方向Aに第1の間隔P 1で配列されている。扁平管3の間にフィン2が設けられた熱交換部4から外側に出た扁平管3の部分2 1および2 2は、ヘッダ7および8に向かって、短軸方向Aに上および下にそれぞれ曲げられている。熱交換部4の図面の左側の部分2 1においては、各々の扁平管3の端部5は下方を向いて第1の間隔P 1より狭い第2の間隔P 2で水平方向に並ぶ、または並列となるように纏められ、複数の扁平管の端部5が短軸方向に集められた部分1 1が形成されている。熱交換部4の図面の右側の部分2 2においては、各々の扁平管3の端部6は上方を向いて間隔P 1より狭い間隔P 2で水平方向に並ぶ、または並列となるように纏められ、複数の扁平管の端部6が短軸方向に集められた部分1 2が形成されている。これらの部分1 1および1 2においては、扁平管3の端部5および6がそれぞれ間隔P 2で短軸方向に重ねて配置された状態となっている。

なお、熱交換部4における短軸方向は上下方向であり、扁平管3を熱交換部4の外側で曲げて集めた部分1 1および1 2における扁平管3の短軸方向は水平方向になるが、短軸方向として同一の符号Aを用いることとする。

本例の熱交換器1においては、各々の扁平管3の端部5が、それぞれのヘッダ7および8に設けたほぼ長方形の接合穴または取付穴1 3に接続される。各々の

扁平管 3 の左側の下に向いた端部 5 は、流入側ヘッダ（第 1 のヘッダ） 7 に上向きに設けられた取付穴 1 3 に接続され、右側の上に向いた端部 6 は、流出側ヘッダ（第 2 のヘッダ） 8 に下向きに設けられた取付穴 1 3 に接続される。これらの取付穴 1 3 は、扁平管 3 の端部 5 の断面と同じあるいは若干大きなサイズになっており、取付穴 1 3 に端部 5 の先を挿入した後に、ロウ付けにて扁平管 3 がヘッダ 7 あるいは 8 に固定される。複数の端部 5 をヘッダ 7 および 8 に取り付けるために、ヘッダ 7 および 8 には、複数の取付穴 1 3 が狭い間隔で並列に配置された接続領域 1 4 が設けられている。

ヘッダ 7 および 8 は、耐圧構造のためほぼ円柱状をしており、各々の扁平管 3 の端部 5 および 6 は短軸方向 A に狭い間隔 P 2 で、短軸方向 A がヘッダ 7 および 8 の中心軸方向 C と平行になるように配置されている。図 4 に示すように、本例の熱交換器 1 では、短軸の外径が 1.9 mm の扁平管 3 を使用し、扁平管 3 の間隔 P 2（短軸方向の中心から中心まで距離）を扁平管 3 の短軸の外径の約 2 倍の 3.7 mm とし、扁平管 3 の間の隙間 P 3 を扁平の短軸の外径とほぼ同じ 1.8 mm としている。したがって、各ヘッダ 7 および 8 は、狭い間隔 P 2 で配列された部分 1 1 および 1 2 を接合する程度のサイズまたは長さがあれば良い。したがって、熱交換部 4 において間隔 P 1 で配列された端部を曲げることなくヘッダに接合する場合に比べ、ヘッダ 7 および 8 は非常に短くなる。このため、ヘッダ内部で内部流体 F の状態が変動するのを抑制でき、また、扁平管 3 の端部同士の距離が短くなるので、各扁平管 3 に対して相状態などの状態がほぼ同じで、ヘッダと扁平管 3 との接続状態をほぼ同じ条件で内部流体 F を供給できる。

すなわち、扁平管の端部 5 および 6 は短軸方向 A とヘッダ 7 および 8 の中心軸方向 C が一致あるいは平行な状態でヘッダ 7 および 8 にそれぞれ接続されている。これにより、たとえば、一方の配管の端部 5 に着目すると、複数の扁平管の端部 5 は、ヘッダ 7 の周面 7 s を貫通する部分の条件（形状、角度、配管の端部がヘッダに突き出た長さなど）は同じになり、ヘッダ 7 から各々の扁平管 3 に対して冷媒 F を同じ条件で供給できる。さらに、ヘッダ 7 は短く、扁平管 3 が短軸方向に並列されているので隣接する端部 5 の距離は短軸の長さ程度と非常に短い。このため、複数の扁平管 3 の端部 5 の間で冷媒 F の状態が変化することはなく、

同じ条件で同じ状態の冷媒を複数の配管 3 に供給できる。

各扁平管 3 に供給される冷媒の条件および状態が均質化されれば、各扁平管 3 における熱交換の条件も同一になるので、すべての扁平管 3 に熱交換負荷を均等に分配し、熱交換器 1 の熱交換効率を向上できる。このため、扁平管を採用した熱交換器 1 の熱交換効率をさらに向上でき、また、システム 50 に採用したとき

5 熱交換器 1 x または 1 y に流入する内部流体 F の状態が変わったときでも、大きく熱交換器 1 の性能が劣化したりすることがなく、運転条件の範囲で安定した性能を発揮させることが可能となる。

その一方で、隣接する扁平管 3 の間に扁平管 3 の短軸の寸法と同等の間隔を設けておくことが可能であり、その隙間を用いてロウ付けなどの端部とヘッダとの接合作業も十分に行うことができる。また、熱交換器 1 では、複数の扁平管 3 の端部 5 は、平行になっており、曲げ加工が容易であり、ロウ付け作業も容易である。

ヘッダ 7 を例にすると、また、ヘッダ 7 に接続する扁平管の端部 5 における、端部同士の隙間は、扁平管の短軸方向の径と同程度あるいはそれ以下になっているので、これら複数の端部 5 は 1 つに束ねられた状態を示すことがある。たとえば、ヘッダ 7 の接続領域 1 4 に取り付けられた複数の扁平管 3 の 1 つの扁平管になんらかの理由により力が働いて変形しようとしても、接続領域 1 4 に束ねられた状態で固定されている周りの扁平管 3 がその変形を阻害することになり、各々の端部 5 のヘッダ 7 に対する接続強度が実質的に増加していることになる。したがって、信頼性の高い熱交換器を提供できる。

また、熱交換器 1 では、隣接する扁平管の熱交換部 2 からヘッダ 7 までの管長が異なる。したがって、振動あるいは共鳴する条件が隣接する扁平管 3 で異なるので、車からの振動や、モータの振動が伝達されるような条件でも熱交換器 1 が振動に共鳴する可能性は小さい。また、配管の一部が共鳴したとしても、端部 5 においては配管が集合しているので、その共鳴による振動が周りの配管との干渉により減衰し、共鳴音の発生や、配管の損傷にまで発展することがない。

図 5 に扁平管 3 の熱交換部 4 より外側の部分 2 1 および 2 2 を短軸方向 A に曲げる前の状態を実線で示し、曲げた後の状態を破線で示してある。この熱交換器

- 1 においては、ヘッダ 7 および 8 は熱交換部 4 を挟んで対角な位置に配置されている。したがって、各々の扁平管 3 においては、ヘッダ 7 からヘッダ 8 の管長が、ほぼ等しくなっている。最も上に位置する扁平管 3 u は、フィン 2 から突き出た左側（外側）の部分 2 1 が他の扁平管 3 に比べて最も長くなるが、フィン 2 から突き出た右側（外側）の部分 2 2 が他の扁平管 3 に比べて最も短くなり、他の扁平管 3 と長さがほぼ等しくなっている。同様に、最も下に位置する扁平管 3 d は、フィン 2 から突き出た左側の部分 2 1 が他の扁平管 3 に比べて最も短くなるが、フィン 2 から突き出た右側の部分 2 2 が他の扁平管 3 に比べて最も長くなる。ヘッダ 7 および 8 を対角線状に配置することにより、他の扁平管 3 においても、各々の扁平管 3 は、上から下に配置された順番に、左側の部分 2 1 が短くなり、右側の部分 2 2 が長くなるので、扁平管 3 の管長としてはほぼ等しくなる。

- 複数の扁平管の端を寄せ集めてヘッダに接続するだけであれば、左右のヘッダ 7 および 8 を上、下または中央などに揃えて配置することも可能であるが、その場合は、扁平管の長さが不均一になり圧力損失が各扁平管で異なりやすい。これに対し、本例の熱交換器 1 では、各々のヘッダ 7 および 8 は熱交換部 4 を挟んで対角な位置に配置することにより、各々のヘッダ 7 および 8 の流入側ヘッダ 7 から流出側ヘッダ 8 に至る管長をほぼ等しくでき、各々の扁平管 3 における内部流体 F の圧力損失をほぼ等しくできる。したがって、各扁平管 3 に流れる内部流体 F の流量は均等になりやすい。このため、ヘッダ 7 および 8 をコンパクトにすることにより各扁平管 3 を流れる内部流体 F の状態を均一にし易くなるのに加えて、各扁平管 3 の管長を等しくすることにより、各扁平管 3 の圧力損失をほぼ均一にすることができ、各扁平管 3 における熱交換の条件をさらに均一にすることが可能となる。したがって、さらに、熱交換効率が高く、安定した性能を発揮することができる熱交換器を提供できる。

- 図 6 に、扁平管 3 の端部 5 および 6 を束ねた状態で一体としてヘッダ 7 および 8 に接続する熱交換器 1 a を示してある。この熱交換器 1 a では、複数の扁平管 3 の端部 5 および 6 においては、隣接する扁平管の端部 5 あるいは 6 がほぼ接した状態まで端部の間隔 P 2 が狭められており、複数の配管の端部 5 あるいは 6 が短軸方向に纏められて構成された接続部分 1 1 および 1 2 を 1 つの接続部分（端

部)として取り扱うことができる。すなわち、これらの束ねられた部分11および12においては、扁平管3の端部5および6がそれぞれ積層された状態でほぼ隙間なく纏められているので、ほぼ四角形の断面を備えた1つの擬似配管の端部として取り扱いできる状態となり、その擬似配管の中に複数の端部5および6がそれぞれほぼ隙間なく配置された状態となっている。

この熱交換器1aにおいては、ほぼ四角形の擬似配管状に束ねられた部分11および12が、それぞれのヘッダ7および8に一体に接続されるので、接続領域14にほぼ四角形の接合穴または取付穴13が形成される。そして、束ねられた部分11あるいは12を構成する個々の端部5または6をヘッダ7または8にそれぞれ独立して接続するのではなく、束ねられた状態11および12が、一体で、または一括してヘッダ7または8にそれぞれ接続される。

この熱交換器1aでは、端部5および6を接続する領域14を最もコンパクトにでき、束ねた部分11および12を接合する程度の非常に小さなサイズのヘッダ7および8を採用できる。このため、ヘッダから複数の扁平管に対し、さらに均等に内部流体Fの分配できる。

図7は、熱交換器1aの製造方法の概略の流れを示すフローチャートである。本例の熱交換器1aの製造工程は、フィン2から外側に出た部分21および22を短軸方向Aに曲げる第1の工程31と、各々のチューブ3の端部5および6をヘッダ7および8に接合する第2の工程32との、主に2つの段階に分けることが可能である。まず、第1の工程31では、図5に示したように、平行に配列された複数のフィン2に対して複数の扁平管3を貫通させる。このとき、上述したように、管長の等しい扁平管3を、外側の突き出し量が異なるように組み立てる。そして、図5に破線で示したように、フィン2から外側に突き出た部分21および22のうち、左側に突き出た部分21を下に向けて曲げる。このとき、複数のチューブ3の端部5を短軸方向Aに束ね、ヘッダに接続するための一体化された接続部分11を形成する。一方、右側に突き出た部分22を上に向けて曲げ、複数のチューブ3の端部6を短軸方向Aに束ね、一体化された接続部分12を形成する。

次に、第2の工程32では、接続部分11および12をヘッダ7および8の取

付穴 1 3 に接合する。これにより、熱交換器 1 a が製造される。すなわち、本例では、複数のチューブ 3 の端部 5 および 6 を個々に接続するのではなく、束ねた接続部分 1 1 および 1 2 を一括して取付穴 1 3 に挿入してヘッド 7 および 8 とチューブ 3 との接合を行うことができる。このため、ヘッド 7 および 8 には端部 5 および 6 を接合するための単一な穴 1 3 があれば良く、個々の扁平チューブの端部を接合するための複数の穴をヘッドに設ける必要がない。これにより、複数の扁平チューブを接合する際の工数を削減できる。また、接合するために必要なヘッドのサイズも小さくなる。

接合の方法は幾つかある。代表的な方法は、束ねた接続部分 1 1 および 1 2 を、ヘッド 7 および 8 の取付穴 1 3 に挿入して仮組した後に、高温炉内にいれてフィン 2、扁平管 3 およびヘッドを一体でろう付けする方法である。また、扁平管 3 を機械的に拡張してフィン 2 と接合する方法もあるが、この場合は、フィン 2 と扁平管 3 を接合した後に、扁平管 3 の端部が接続部分 1 1 および 1 2 とヘッド 7 および 8 を接合する工程を専用の工程で行うことになる。この場合も、ろう付けなどにより、束ねられた接続部分 1 1 および 1 2 を一体でヘッド 7 および 8 に取り付けることが可能である。したがって、扁平管とヘッドの接続箇所は非常に少なく、本例であれば扁平管の数に影響されず各ヘッド当たり 1 箇所になる。このため、円形管を冷媒分配器に接続する熱交換器と比較すると、接続箇所を減らすことができ、熱交換器 1 a の生産性を高めることができる。

前者の方法であれば、接続箇所が多くても、ヘッドとチューブの接合も含めて高温炉内を用いて一体でろう付けできるので、接続工程が大幅に増加するということはない。しかしながら、個々のチューブをヘッドに仮組する過程を考えると、円形チューブであるとチューブの数だけのヘッドに対してチューブを仮組する必要がある。これに対し、本例の熱交換器 1 a であれば、ヘッドに対するチューブの仮組もチューブの数ではなく、束ねた端部の単位、すなわち 2 箇所ですむ。したがって、前者の接合方法であっても、本発明を採用することにより熱交換器の生産性を高めることができる。

また、第 1 の工程 3 1 において、扁平管 3 の端部 5 および 6 を短軸方向に束ねることは、長軸方向に曲げる必要がないので、扁平管の加工としては容易である。

すなわち、本例の熱交換器 1 a は、扁平管に対し 3 次元の曲げ加工を行うことなく、短軸方向の 2 次元的な曲げ加工を行うだけで、複数の扁平管を小さなヘッダに対して接続することができる。したがって、この点でも本発明を採用した熱交換器の生産性は高くなる。

- 5 束ねた扁平管 3 とヘッダ 7 および 8 との接続部は、ろう、半田、接着剤（以下では、これらを纏めてシール剤とする）によって気密を確保することが可能である。さらに、扁平管 3 とヘッダの取付穴 1 3 との間の隙間に加え、束ねた扁平チューブ同士の隙間もシール材で埋めて、十分な気密性能を得ることが望ましい。このためには、隙間の幅 P 3 を 3 mm 以下にすることが望ましいと考えられる。
- 10 つまり、要求される扁平管 3 の断面形状を、束ねた扁平チューブ同士の最大隙間が 3 mm 以下となるようにすることが望ましい。

- 図 8 (a) に示すように、扁平管 3 の断面が楕円の場合、つまり、チューブ同士が円弧状の断面である曲面で束ねる場合、チューブ間の最大隙間 L_{max} は扁平チューブ長軸方向の両端となる。したがって、扁平管 3 の短軸径を a 、長軸方向の中央部での隙間 L_{min} とすれば、 $L_{max} = a/2 + L_{min} + a/2 \leq 3 \text{ mm}$ となり、理想的に $L_{min} = 0$ とすれば、 $a \leq 3 \text{ mm}$ が得られる。これは、
- 15 図 8 (b) に示すように、扁平管 3 の断面が長円、または、図 8 (c) に示すようなこれに準ずる形状である場合も同様である。チューブ同士を束ねる際には各々のチューブ 3 の端部 5 および 6 を一定の隙間で束ねるが、断面が完全な長方形でない限り、チューブの長軸方向の両端における隙間が最大となる。したがって、扁平管 3 を束ねて接続する場合に適する扁平管 3 の断面形状は短軸径が 3 mm 以下となるようにすることが望ましい。
- 20

- このような熱交換器 1 a では、扁平管 3 を採用しているがゆえにこれらを短軸方向に束ねると、各々のチューブ 3 の端部を隙間の少ない状態で纏めることができる。すなわち、ろうや接着剤などのシール材で気密性を確保できる程度の隙間に各々のチューブ 3 の端部を束ねることができ、その束ねた部分 1 1 および 1 2 は非常にコンパクトになる。そして、ヘッダ側においては、この束ねた部分 1 1 および 1 2 を接合するための単一の取付穴 1 3 を設けるだけで良く、複数の扁平管 3 を接続することができる。したがって、表面積が少なく、容積が小さなヘッ
- 25

ダ7および8を採用することができる。したがって、従来、円形チューブに対して取り回しが難しく、コンパクトに纏めることが不可能であった扁平チューブを用いた熱交換器において、その扁平であることを利用して束ねることにより、円形チューブを用いた熱交換器よりもコンパクトで熱交換効率がさらに高い熱交換器を提供することができる。

なお、複数の扁平チューブの端部を熱交換部4の間隔P1より狭い間隔P2で並列に配列し、端部5および6の短軸方向Aとヘッダ7および8の中心軸方向Cが同一方向となるようにヘッダに接続する本発明の方式は、上記に説明した例に限定されることはなく、様々なバリエーションが考えられる。たとえば、図9

(a) に上記と異なる方向にヘッダが取り付けられた状態を示し、図9 (b) にヘッダを外した状態を示してある。この熱交換器1bは、扁平管3の端部5が横向きに揃えられ、端部5が垂直方向に束ねられている。そして、中心軸Cが垂直方向になったヘッダ7に対し、接続部分11が、端部5の短軸方向Aとヘッダ7の中心軸方向Cが同一方向となるように接続されている。この例では、配管3の端部5は、接続プレート18により束ねられており、接続プレート18をヘッダ7の取付穴13にロウ付けすることにより複数の扁平管3を一括してヘッダ7に取付けできる。また、接続プレート18を用いて取り付ける場合は、個々の端部5を接続プレート18の裏側（ヘッダ7の内面になる側）からロウ付けすることが可能であり、端部5をさらに接近して配置することが可能となる。

図10 (a) は、2系統の複数の扁平管3が短軸方向Aにそれぞれ配列された回路27aおよび27bを備えた熱交換器1cを示している。この熱交換器1cでは、それぞれの回路27aおよび27bの接続部分11aおよび11bが異なるヘッダ7aおよび7bに接続されている。さらに、各々のヘッダ7aおよび7bが円形チューブ25により単一の冷媒分配器19に接続されている。分配器19と複数のヘッダ7とを組み合わせることにより、より多くの扁平管3にほぼ均等に冷媒を分配することができる。

図10 (b) および10 (c) に断面で、複数の扁平管3の端部5を短軸方向Aに重ねて、それがヘッダ7aの中心軸方向Cと一致するようにヘッダ7aの外壁7wに取り付けた様子を示してある。接続部分11aを構成するすべての配管

3の端部5は、壁面7wに対して同じ状態に取り付けられ、ヘッダ7aを流れる流体がほぼ同じ状態および条件ですべての配管3に分配される。

図11(a)に、1つのヘッダ7cの中心軸Cに対して扁平管3の長軸方向が一致あるいは平行するように2つの接続部分11aおよび11bを接続した熱交換器60を示してある。単一のヘッダ7cで複数系統の扁平管3の端部を接続できる。しかしながら、図11(b)に示すように、複数の端部5が短軸方向に並列した接続部分11aが取り付けられたヘッダ7cの断面を考えると、端部5の先端がヘッダ7cの内部に突き出た長さが異なり、また、ヘッダ7cの外壁7wとそれぞれの端部5との角度も異なる。したがって、接続部分11aの上下の扁平管3には、ヘッダ7cの外壁7wの近傍を流れる流体しか分配されない。また、流体が壁面7wに沿って流れている場合は、流体の流れる向きと端部5の開口の向きも配管毎に異なるので、上下に隣接して端部5が配置されていたとしてもヘッダ7cから各配管3に流入する冷媒の条件および状態は異なる。破線で示すように半径方向に端部5を取り付ければ、配管毎の相違は緩和されるが、取付けに手間がかかり、配管アレンジが複雑になり、また、端部5を束ねることも難しくなる。

図12に示す熱交換器1dは、3つのUターンヘッダ(第3のヘッダ)26a、26bおよび26cを用いることにより、流入側ヘッダ7から供給された冷媒Fを流入側ヘッダ7と同一の方向に設けられた流出側ヘッダ8に循環させるようにした例である。この熱交換器1dでは、短軸方向Aに配列された複数の扁平管3を短軸方向Aに4つの区分R1~R4に分け、それぞれの扁平管3の端部5および6を短軸方向Aに狭い間隔P2で纏めた、または集めた部分15a~15eを形成してUターンヘッダ26a、26b、26cおよびヘッダ7および8に接続している。まず、フィン2から右側(外側)に突き出た部分において、最も下に位置する区分R1の扁平管3の端部6を集めた部分15dは流入側ヘッダ7に接続され、区分R1およびR2は、集めた部分15aが取り付けられたヘッダ26aで連絡され、区分R2およびR3は、集めた部分15cが取り付けられたヘッダ26bで連絡され、区分R3およびR4は、集められた部分15bが取り付けられたヘッダ26cで連絡され、最も上に位置する区分R4の扁平管3の端部6

- が集められた部分 15 e は、流出側ヘッダ 8 に接続されている。したがって、熱交換器 1 d では、熱交換部 4 の外側の短軸方向（第 1 の方向）A の下部（端または隅）からヘッダ 7 に供給された冷媒 F は、白抜きの矢印で示すように、扁平管 3、U ターンヘッダ 26 a、扁平管 3、U ターンヘッダ 26 b、扁平管 3、U ターンヘッダ 26 c、扁平管 3 の順に流れ、熱交換部 4 の外側の短軸方向（第 1 の方向）A の上部（端または隅）に配置された流出側ヘッダ 8 に至る。

- このような構成により、U ターンヘッダを利用して流路が形成された熱交換器 1 d においても、流入側ヘッダ 7 から流出側ヘッダ 8 に至る管長を全て等しくすることが可能である。また、U ターンヘッダを用いた熱交換器は本形態に限定されず、たとえば、1 つの U ターンヘッダを用いた熱交換器は、複数の扁平チューブの一部の一方の端部が接続された第 1 のヘッダ（流入側ヘッダ）と、他の一部の一方の端部が接続された第 2 のヘッダ（流出側ヘッダ）と、複数の扁平管の他方の端部が接続された第 3 のヘッダ（U ターンヘッダ）とを有し、第 1 および第 2 のヘッダが熱交換部の外側の第 1 の方向の両端に配置され、第 3 のヘッダが熱交換部の外側の第 1 の方向の中央付近に配置された構成となる。

- 図 13 に示す熱交換器 1 e は、図 12 に示した熱交換器 1 d における 4 つの区分 R1 ~ R4 のうち、上側の 2 つの区分 R1 および R2 と、下側の 2 つの区分 R3 および R4 で扁平管 3 を一旦連結ヘッダに接続し、連結ヘッダを、単一の流入側ヘッダ 7 c と流出側ヘッダに接続した例である。この熱交換器 1 e では、短軸方向 A に配列された複数の扁平管 3 を短軸方向 A に 4 つの区分 R1 ~ R4 に分け、それぞれの扁平管 3 の端部 5 および 6 を短軸方向 A に狭い間隔 P2 で集めた部分 15 a ~ 15 d を形成している。流入側の部分 15 a および 15 b は異なる連結ヘッダ 7 a および 7 b に接続され、流出側の部分 15 c および 15 d は異なる連結ヘッダ 8 a および 8 b に接続されている。流入側の 2 つの連結ヘッダ 7 a および 7 b は単一のヘッダ 7 c に接続配管または分配配管 28 により接続され、ヘッダ 7 c に供給された冷媒 F が 2 つの連結ヘッダ 7 a および 7 b に分配されて、各々の連結ヘッダ 7 a および 7 b から各々の扁平管 3 に供給される。一方、流出側の 2 つの連結ヘッダ 8 a および 8 b は単一のヘッダ 8 c に接続配管または分配配管 29 により接続され、連結ヘッダ 8 a および 8 b に流出した冷媒 F が単一の

ヘッダ 8 c に流出する。このような熱交換器 1 e であれば、個々のヘッダ 7 a ~ 7 c、8 a ~ 8 c のサイズを小さくすることができ、ヘッダの内部における冷媒の相状態をいっそう均一にできる。

- 5 なお、本発明は、プレート状のフィン 2 を持つ熱交換部を説明したが、フィンの形状はプレート状に限定されずに、扁平チューブを用いた熱交換器であれば適用可能である。

産業上の利用可能性

- 10 本発明により、コンパクトで、より熱交換効率の高い、扁平管を用いた熱交換器を提供することが可能であり、空調、ラジエータ、各種冷却装置、各種冷凍装置などのすべての熱交換装置に本発明を適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 複数の扁平管が短軸方向に第 1 の間隔でほぼ平行に配列され、前記扁平管の間にフィンが配置された熱交換部と、
- 5 前記複数の扁平管の少なくとも一部の扁平管が、前記熱交換部の外側で、前記短軸方向に曲げられ、前記少なくとも一部の扁平管の端部が前記熱交換部より狭い第 2 の間隔でほぼ平行に配列した状態で、前記短軸方向とヘッダとの中心軸方向が同一方向となるように接続されたヘッダとを有する熱交換器。
- 10 2. 前記少なくとも一部の扁平管の端部は前記短軸方向に束ねられている、請求項 1 の熱交換器。
3. 前記少なくとも一部の扁平管の端部は、束ねられた状態で一体となり、前記ヘッダに接続されている、請求項 1 の熱交換器。
- 15 4. 前記少なくとも一部の扁平管の端部における、前記端部同士の隙間は、扁平管の前記短軸方向の径と同程度以下である、請求項 1 の熱交換器。
5. 前記少なくとも一部の扁平管の端部は、前記短軸方向にほぼ接して配列されている、請求項 1 の熱交換器。
- 20 6. 前記複数の扁平管の一方の端部が接続された第 1 のヘッダと、前記複数の扁平管の他方の端部が接続された第 2 のヘッダとを有し、これら第 1 のヘッダおよび第 2 のヘッダは、前記複数の扁平管の前記第 1 のヘッダおよび第 2 のヘッダの間の管長がほぼ等しくなるように前記熱交換部に対して配置されている、請求
- 25 項 1 の熱交換器。

7. 前記複数の扁平管の一方の端部が接続された第1のヘッダと、前記複数の扁平管の他方の端部が接続された第2のヘッダとを有し、それら第1および第2のヘッダは前記熱交換部を挟んで対角な位置に配置されている、請求項1の熱交換器。

5

8. 前記熱交換部では、前記複数の扁平管が第1の方向に配列されており、
前記複数の扁平管の一部の一方の端部が接続された第1のヘッダと、前記複数の扁平管の他の一部の一方の端部が接続された第2のヘッダと、前記複数の扁平管の他方の端部が接続された第3のヘッダとを有し、前記第1および第2のヘッダは、前記熱交換部の外側の前記第1の方向の両端に配置され、前記第3のヘッダは前記熱交換部の外側の前記第1の方向の中央付近に配置されている、請求項1の熱交換器。

10

9. 複数の前記ヘッダと、それらのヘッダが接続された少なくとも1つの分配器とを有する、請求項1の熱交換器。

15

10. 複数の扁平管が短軸方向に配列された熱交換部と、
前記複数の扁平管の少なくとも一部の扁平管の端部が前記短軸方向に束ねられた状態で接続されたヘッダとを有する熱交換器。

20

11. 請求項1に記載の熱交換器と、この熱交換器に対し熱交換媒体を供給する手段とを有する熱交換システム。

12. 請求項10に記載の熱交換器と、この熱交換器に対し熱交換媒体を供給する手段とを有する熱交換システム。

25

13. 複数の扁平管が短軸方向に配列された熱交換部と、前記複数の扁平管の少なくとも一部の扁平管の端部が前記短軸方向に束ねられた状態で接続されたヘッダとを有する熱交換器の製造方法であって、
- 前記少なくとも一部の扁平管の端部を束ねる第1の工程と、
- 5 束ねられた状態の前記端部を前記ヘッダに取り付ける第2の工程とを有する熱交換器の製造方法。

要 約 書

- 複数の扁平管が短軸方向に第 1 の間隔でほぼ平行に配列され、扁平管の間にフィンが配置された熱交換部と、複数の扁平管の少なくとも一部の扁平管が、熱交換部の外側で、短軸方向に曲げられ、少なくとも一部の扁平管の端部が熱交換部より狭い第 2 の間隔でほぼ平行に配列した状態で、短軸方向とヘッドとの中心軸方向が同一方向となるように接続されたヘッドとを有する熱交換器を提供する。この熱交換器により、各々の扁平管に対して、より等しい条件で流体を分配できるので、熱交換効率を高めることができる。

图 2

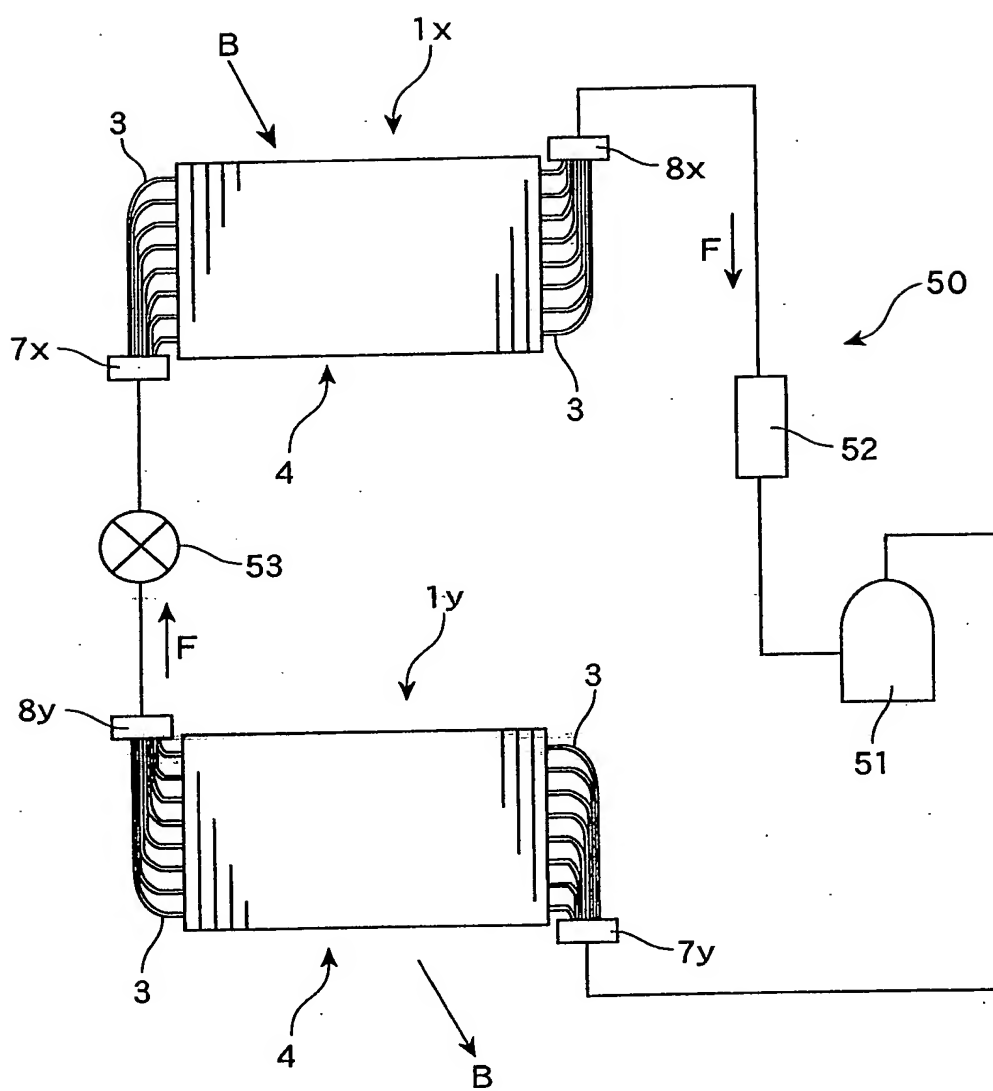


图 3

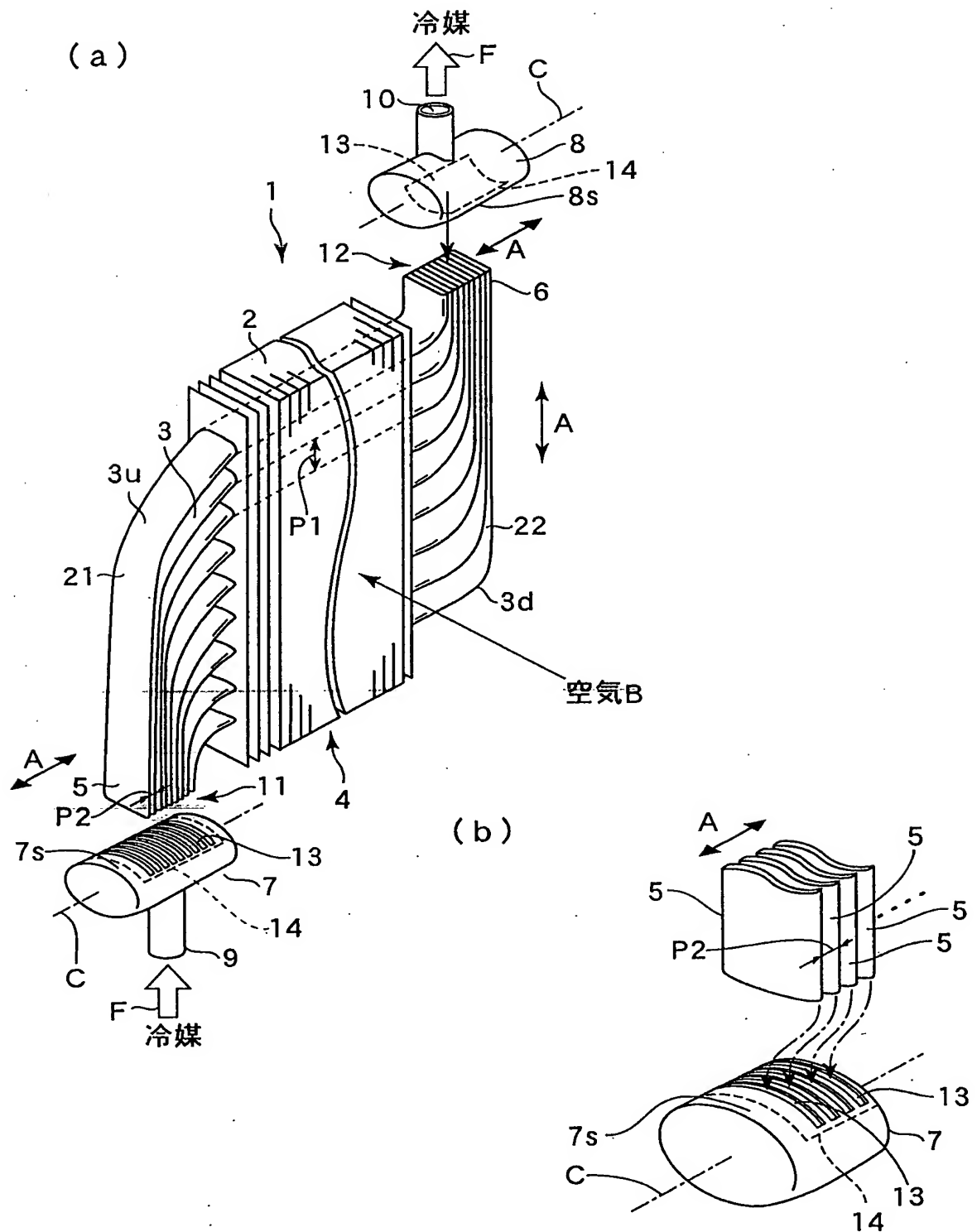


图 4

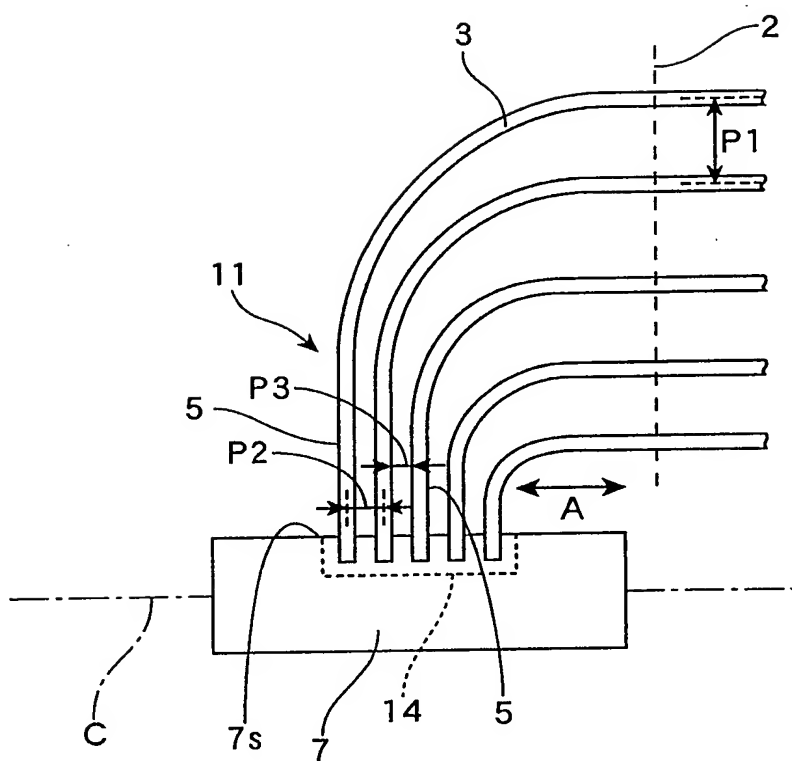


图 5

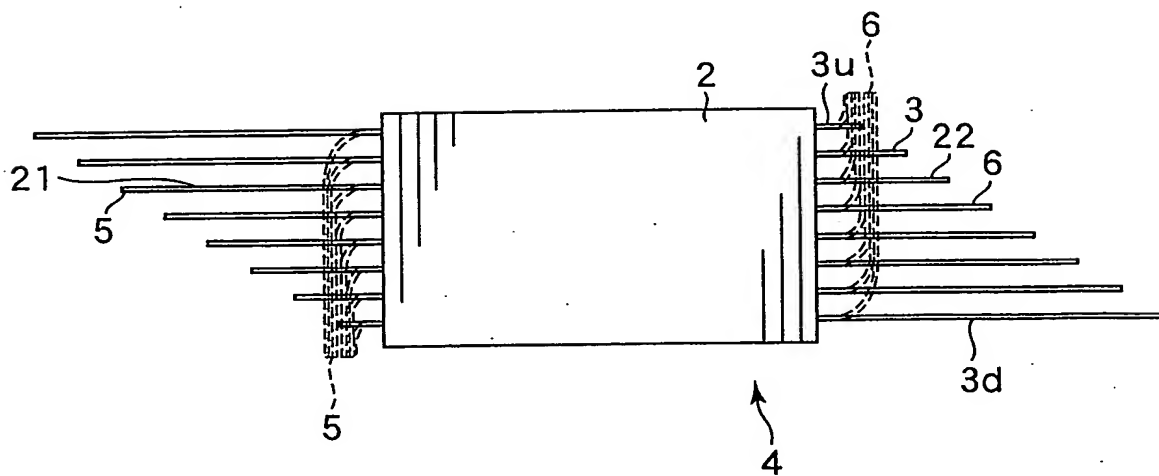


图 6

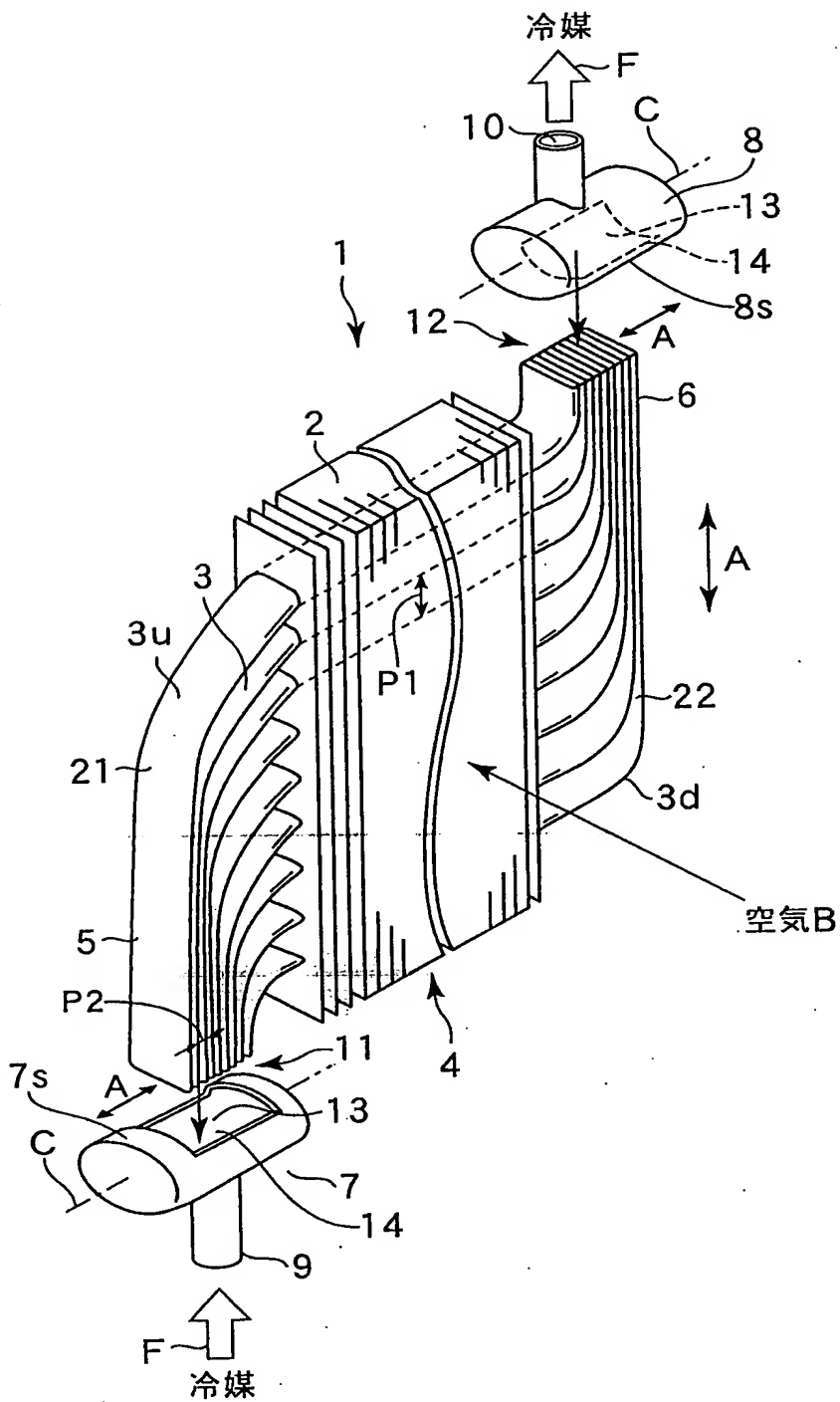


図 7

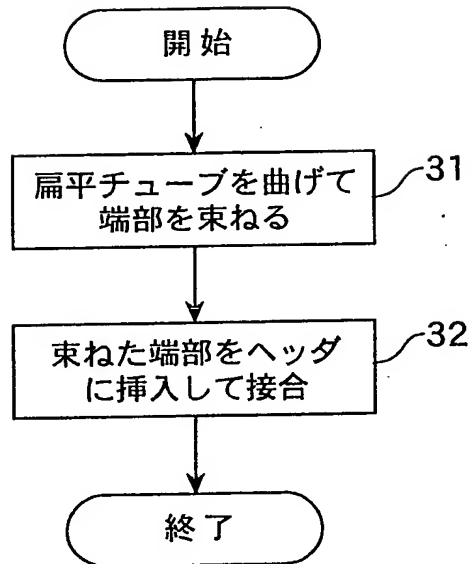


図 9

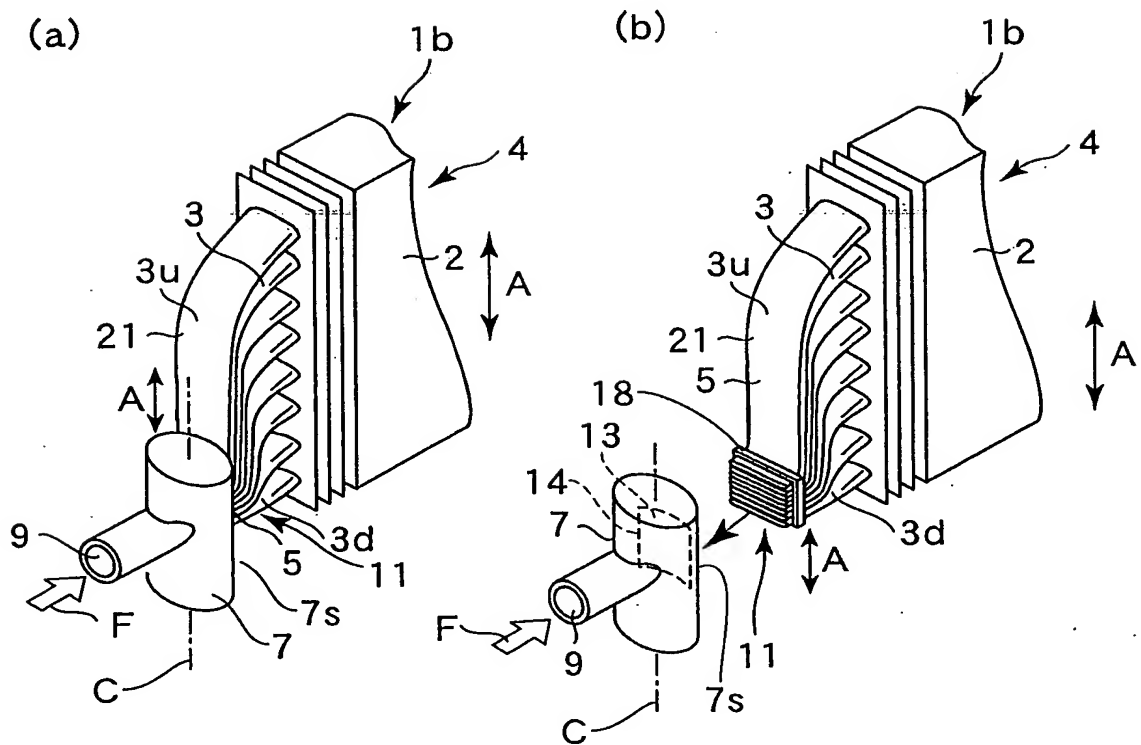


图 8

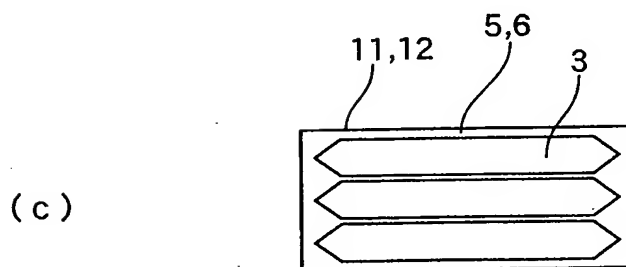
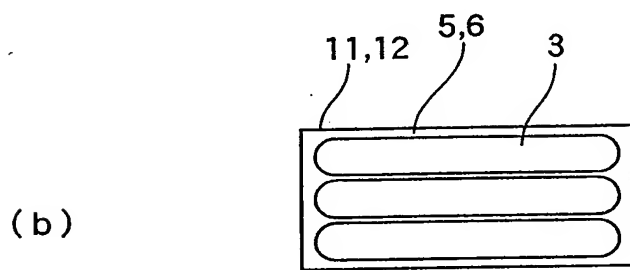
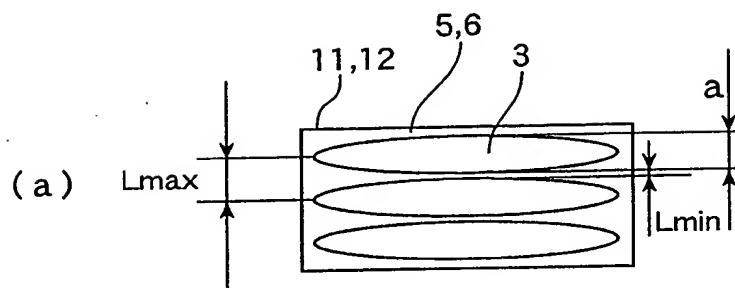


図 1 0

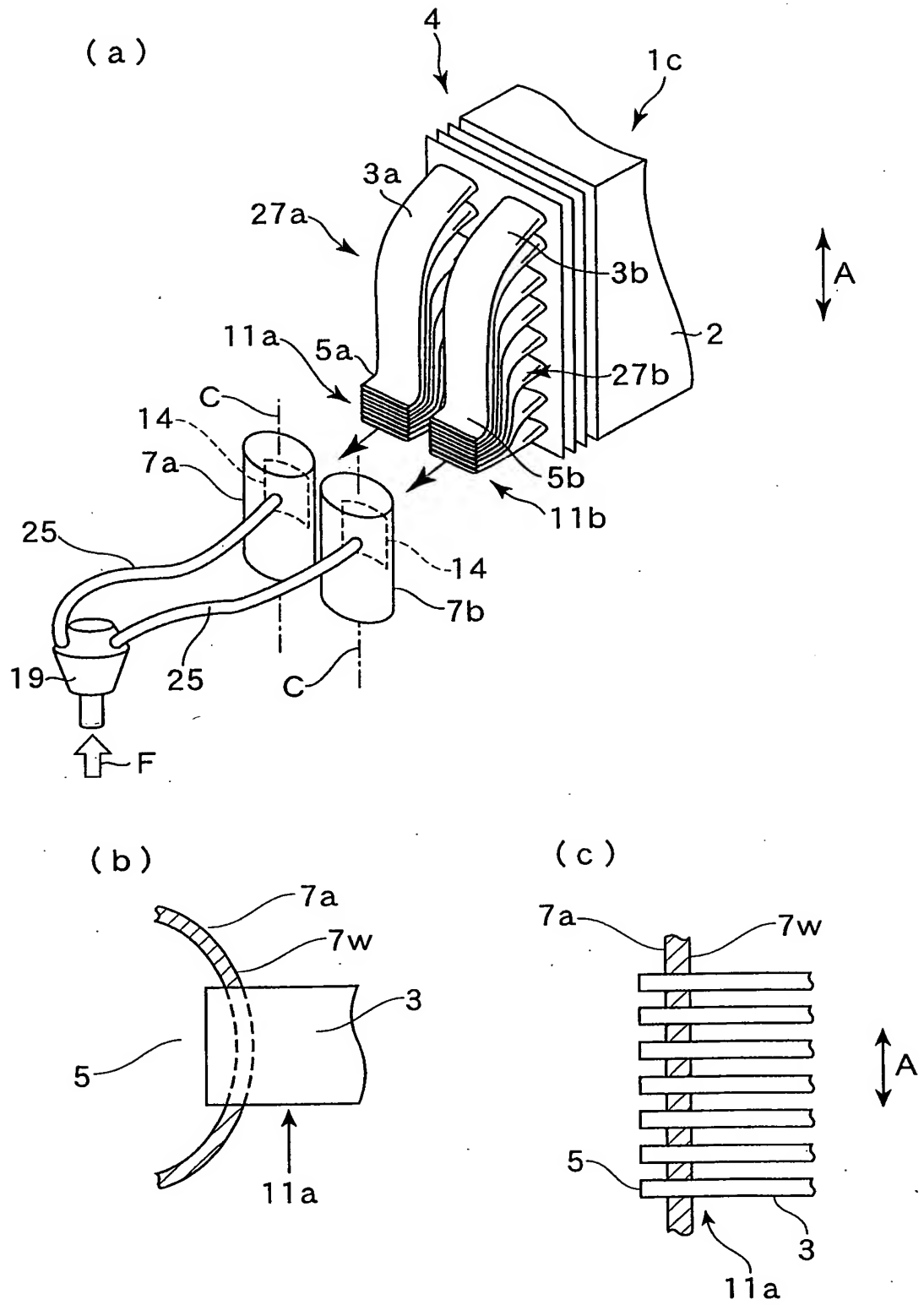
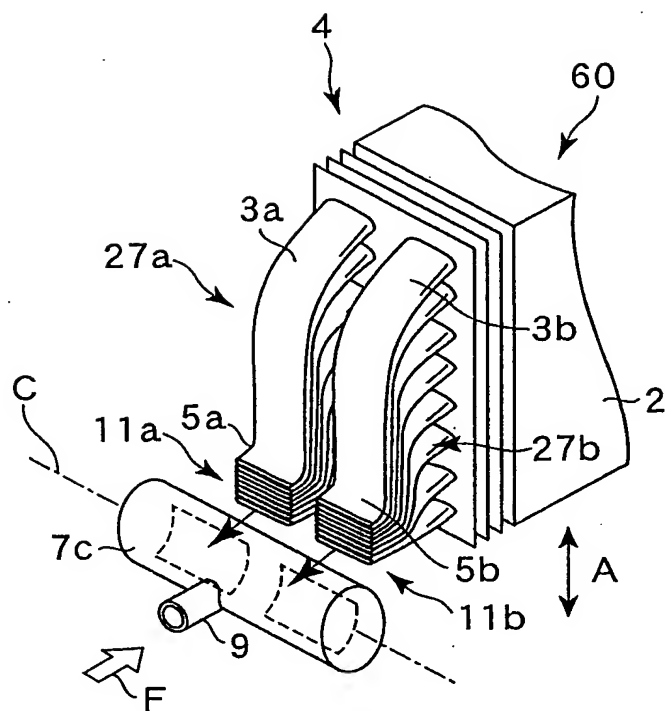


図 1 1

(a)



(b)

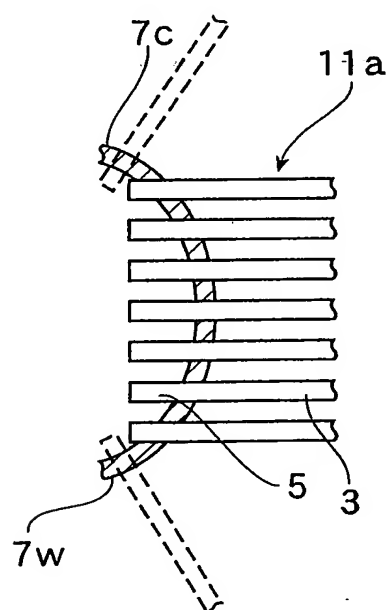


図 1 2

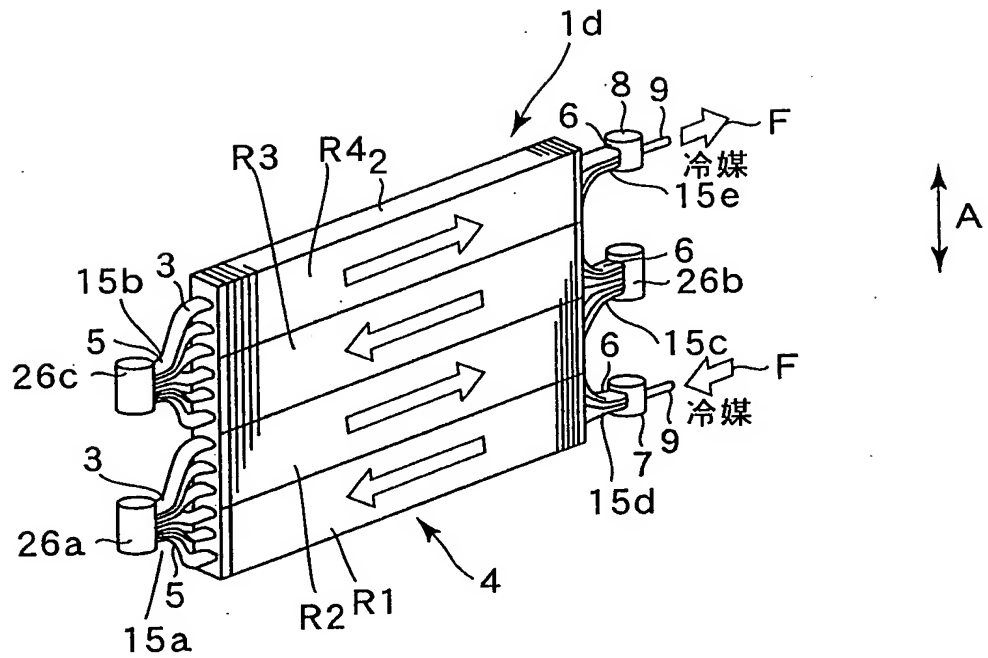


図 1 3

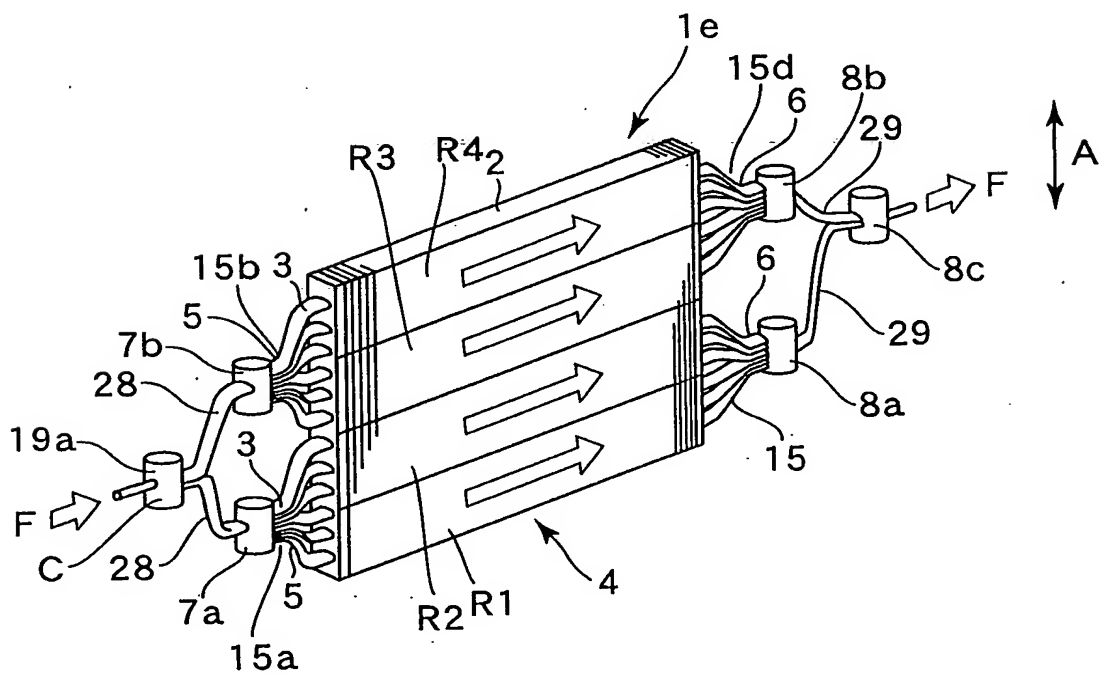


図 1 4

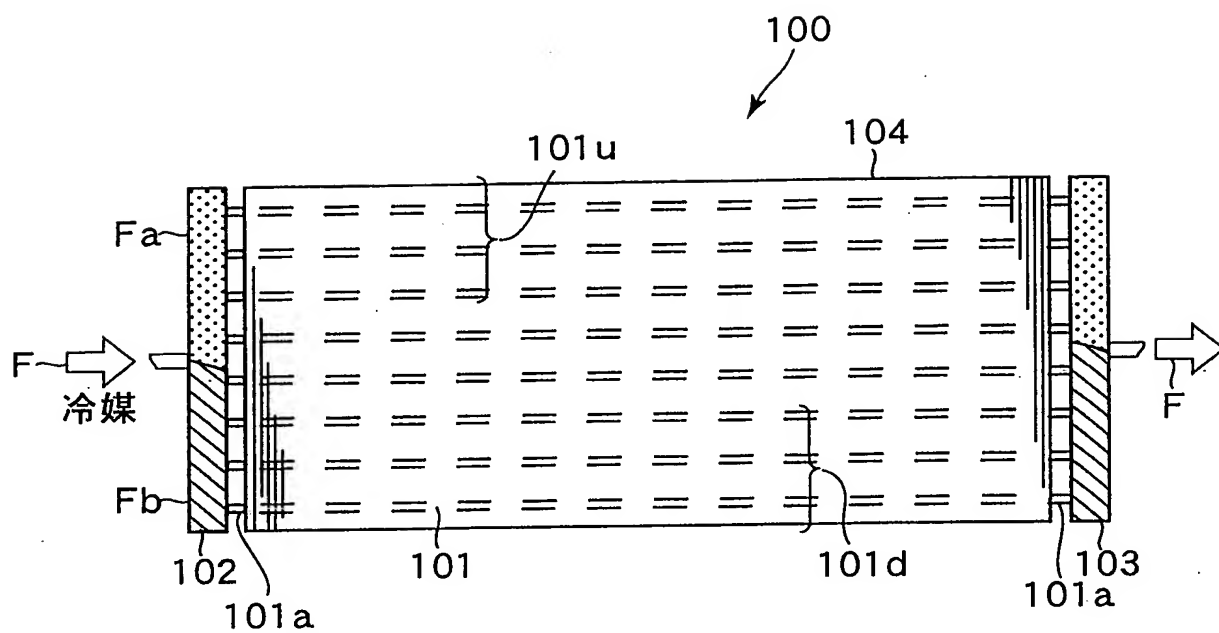
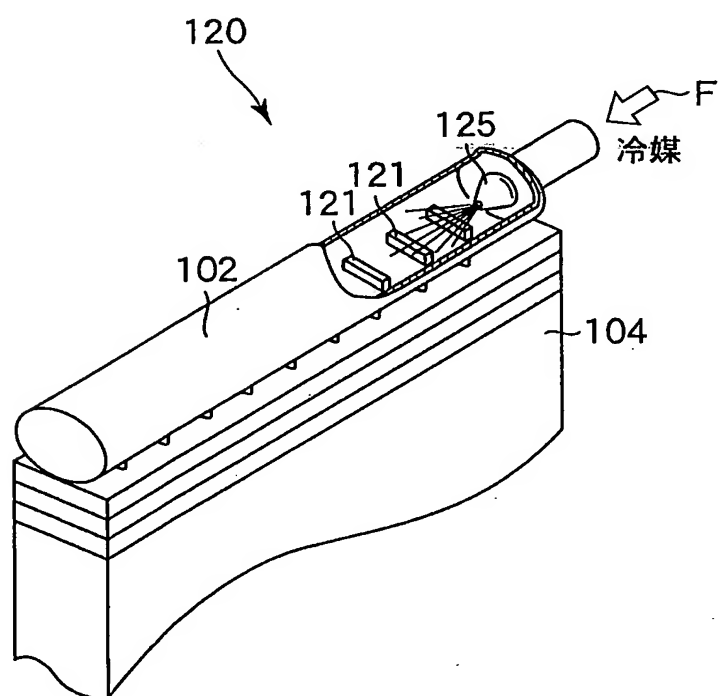


図 1 5



1 2 / 1 2

图 1 6

